

## 明細書

## 時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法

## 技術分野

この出願の発明は、極短光パルス時間信号に符号化された2次元情報を2次元空間信号に超高速に変換する方法に関するものである。

## 背景技術

光通信の分野においては、マルチメディア情報（特に画像情報）の実時間伝送を目指して、時間多重や波長多重などの方法による伝送容量の大容量化が進められている。そして、その信号形態は基本的に時間信号である。ただ、このような伝送容量の大容量化に伴ない、伝送する情報の時間信号化（符号化）および時間信号化された情報の展開（復号化）を超高速に行うことが必要になってくる。そこで、これまでにも、この時間信号と画像情報などの2次元以上の空間信号との間で信号形態の超高速変換を実現する「空間－時間－空間信号処理方法」が提案されている。だが、実際的には、このような空間－時間－空間信号処理方法においては、具体的な時間→2次元空間信号変換技術の点で解決すべき課題があった。

それというのも時間信号と空間信号との間で信号形態の超高速変換を実現する方法として種々の方法が提案されて

いるが、従来の方法では1次元の空間信号との超高速変換は可能であるが、2次元以上の空間信号との変換には基本的に能動的な走査を必要とし、変換速度に制限があるものや、能動的な走査が必要ない超高速な変換であっても逆に現在の超高速受光デバイスでは観測できない問題があったからである。

### 発明の開示

そこで、この出願の発明は、以上のような能動的な走査を必要とせずに、時間信号から2次元空間信号への信号形態の超高速変換を実現し、かつ時間的に定常な状態で、2次元空間信号を可視領域で表示することができる、新しい、時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法を提供することを課題としている。

この出願の発明は、上記の課題を解決するものとして、第1には、空間的に適当な幅をもつ信号パルス光と参照極短パルス光とを分散素子と1次元フーリエ変換光学系を介して非線形結晶に入射し、非線形結晶における位相整合条件を満たして形成される第二次高調波を逆1次元フーリエ変換光学系に通して時間→空間変換された1次元空間分布に変換し、前記時空間変換1次元空間分布を1次元空間周波数フィルタリング光学系のフィルタ面に設置した時間一周波数フィルタによってフィルタリングし、信号パルス光の時間と周波数の関係を表す時間一周波数展開された2次元光分布を2次元空間信号とみなすことを特徴とする時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法を提供する。

また、第2には、この出願の発明は、空間的に適当な幅をもつ信号パルス光と参照極短パルス光とを光学軸に対し対称な角度で分散素子に入射し、この分散素子上の入射位置の違いによって時間的な差違が生じて分散された信号パルス光と参照極短パルス光からの光波を1次元フーリエ変換光学系を通して分散素子での入射位置の違いにより異なる入射角度を持つ1次元周波数光分布にそれぞれ変換し、これらの1次元周波数光分布を非線形光学結晶に入射し、これらの入射1次元周波数光分布の成す角度で決まる位相整合条件を満たして形成される第二次高調波を逆1次元フーリエ変換光学系に通して時間→空間変換された1次元空間分布に変換し、得られた時空間変換1次元空間分布を1次元フーリエ変換光学系によって1次元空間周波数分布に変換し、この1次元空間周波数分布を時間一周波数フィルタによってフィルタリングし、得られる光波を逆1次元フーリエ変換光学系に通して、時間一周波数展開された2次元光分布の強度分布を求め、この信号パルス光の時間と周波数の関係を表す時間一周波数展開された2次元光分布を2次元空間信号とみなすことを特徴とする時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法を提供する。

そして、この出願の発明は、第3には、時間一周波数フィルタに空間周波数フィルタリングを用いることを特徴とする前記の時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法を、第4には、時間一周波数フィルタを透過率分布が異なるものとし、1次元フーリエ変換光学系から出力される光波の空間周波数成分を垂直方向にどのような位置に切り出

すかを任意に設定することを特徴とする前記いずれかの時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法を提供する。

#### 図面の簡単な説明

図1は、この発明による時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法で使用する時間→2次元空間信号変換光学系の構成例を示した図である。

尚、文中の符号は以下のものを示している。

- 1 時間→2次元空間信号変換光学系
- 2 回折格子
- 3 信号光
- 4 参照光
- 5 円筒レンズ
- 6 非線形結晶
- 7 信号光の1次元周波数分布
- 8 参照光の1次元周波数分布
- 9 円筒レンズ
- 10 円筒レンズ
- 11 時間一周波数フィルタ
- 12 円筒レンズ
- 13 2次元空間分布
- 100 入射面
- 101 非線形結晶面
- 102 時間一空間変換面
- 103 時間一周波数フィルタ面
- 104 出力面

## 発明を実施するための最良の形態

この出願の発明は上記のとおりの特徴をもつものであるが、以下にその実施の形態について説明する。

図1はこの出願の発明による時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法を実施するための時間→2次元空間信号変換光学系の構成を例示したものである。この時間→2次元空間信号変換光学系1では、回折格子などの分散素子、1次元フーリエ変換レンズおよび1次元逆フーリエ変換レンズ、第二次高調波発生のための非線形結晶、1次元空間周波数フィルタリングシステム、時間一周波数フィルタを用いることにより、変換対象である信号パルス光、本例では極短パルスレーザ光、すなわち時間信号を時間と周波数に対応する2次元空間信号に変換することができる。すなわち、図1に示したように、分散素子である回折格子(2)に信号光(3)と(4)とを光学軸に対し対称な角度で入射する。このとき回折の式に基づく方向に光波は偏向される。ここで、信号光および参照光共に入射ビームに幅があるため、回折格子への入射位置の違いによって時間的な差違が生じる。得られた光波を円筒レンズ(5)で構成する1次元フーリエ変換光学系により水平方向成分に対しフーリエ変換することにより、信号光および参照光のスペクトル分布が非線形結晶面(101)に空間分布として得られる。回折格子への入射位置の違いにより光波の伝搬方向(波数ベクトル)が異なるため、非線形結晶面101において光波の波面は時間とともに回転する。

信号光と参照光による光波が非線形結晶に入射すると、非線形効果による位相整合により2つの波数ベクトルの和を波数ベクトルとする第二次高調波が出射する。このとき信号光と参照光による光波の波数ベクトルは時間と共に回転するが、その変化量は同等であるため第二次高調波は時間的に定常な状態で出射し続ける。したがって第二次高調波の波数ベクトルは2つの光波の波数ベクトルの初期波数ベクトルのみに依存し、信号光と参照光の相対時間に依存することになる。また非線形結晶内において、第二次高調波の空間分布は信号光による光波を参照光による光波が走査しており第二次高調波の空間分布は信号光のスペクトル分布<sup>7</sup>と同等になる。よって時間信号を第二次高調波がもつ空間分布と波数ベクトルの1次元空間分布に変換することが可能となる。

得られた第二次高調波を円筒レンズ(9)(10)で構成する結像光学系により時間一周波数変換フィルタ面(103)に結像する。時間一周波数フィルタ(11)は、切り出す周波数成分の周波数が垂直方向に順に増加するよう設計したものを用いる。時間一周波数フィルタの透過率分布を変化させることにより、どのような周波数成分を垂直方向のどのような位置に切り出すかを設定することができる。

時間一周波数フィルタによりフィルタリングされた第二次高調波は、水平方向に時間に対応した波数ベクトルを、垂直方向に周波数に対応した分布をもつ。この第二次高調波を円筒レンズ(12)で構成される1次元逆フーリエ変

換光学系により水平方向成分に関してフーリエ変換する。これにより出力面（104）上に水平軸方向には時間に対応する分布、垂直方向には切り出されたスペクトル成分の分布が対応する光波の2次元空間分布（13）が得られる。以上のことにより超短光パルスに含まれる時間信号を、時間と周波数の2次元空間分布に変換することが可能となる。

もちろん、この出願の発明は、上述した実施例にのみ限定されるものではなく、幾多の変更や変形が可能である。たとえば、上述した実施例では、分散素子として回折格子を用いたが、他の分散素子を用いることもできる。また、上述した実施例では、フーリエ変換光学系および逆フーリエ変換光学系として円筒レンズを用いたが、他の光学素子を用いることもできる。また、上述した実施例では、時間一周波数フィルタとして透過型フィルタを用いたが位相型フィルタを用いることもできる。

#### 産業上の利用可能性

上述したように、この出願の発明による時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法によれば、従来の方法のように能動的な走査を必要とせずに、時間信号を対応する2次元空間信号に超高速に変換することができるとともに、光通信で用いられる波長領域である赤外線を対象とした場合、変換信号の表示を可視光で直接的に行うことができる。

## 請求の範囲

1. 空間的に適当な幅をもつ信号パルス光と参照極短パルス光とを分散素子と1次元フーリエ変換光学系を介して非線形結晶に入射し、非線形結晶における位相整合条件を満たして形成される第二次高調波を逆1次元フーリエ変換光学系に通して時間→空間変換された1次元空間分布に変換し、前記時空間変換1次元空間分布を1次元空間周波数フィルタリング光学系のフィルタ面に設置した時間一周波数フィルタによってフィルタリングし、信号パルス光の時間と周波数の関係を表す時間一周波数展開された2次元光分布を2次元空間信号とみなすことを特徴とする時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法。

2. 空間的に適当な幅をもつ信号パルス光と参照極短パルス光とを光学軸に対し対称な角度で分散素子に入射し、この分散素子上の入射位置の違いによって時間的な差違が生じて分散された信号パルス光と参照極短パルス光からの光波を1次元フーリエ変換光学系を通して分散素子での入射位置の違いにより異なる入射角度を持つ1次元周波数光分布にそれぞれ変換し、これらの1次元周波数光分布を非線形光学結晶に入射し、これらの入射1次元周波数光分布の成す角度で決まる位相整合条件を満たして形成される第二次高調波を逆1次元フーリエ変換光学系に通して時間→空間変換された1次元空間分布に変換し、得られた時空間変換1次元空間分布を1次元フーリエ変換光学系によって

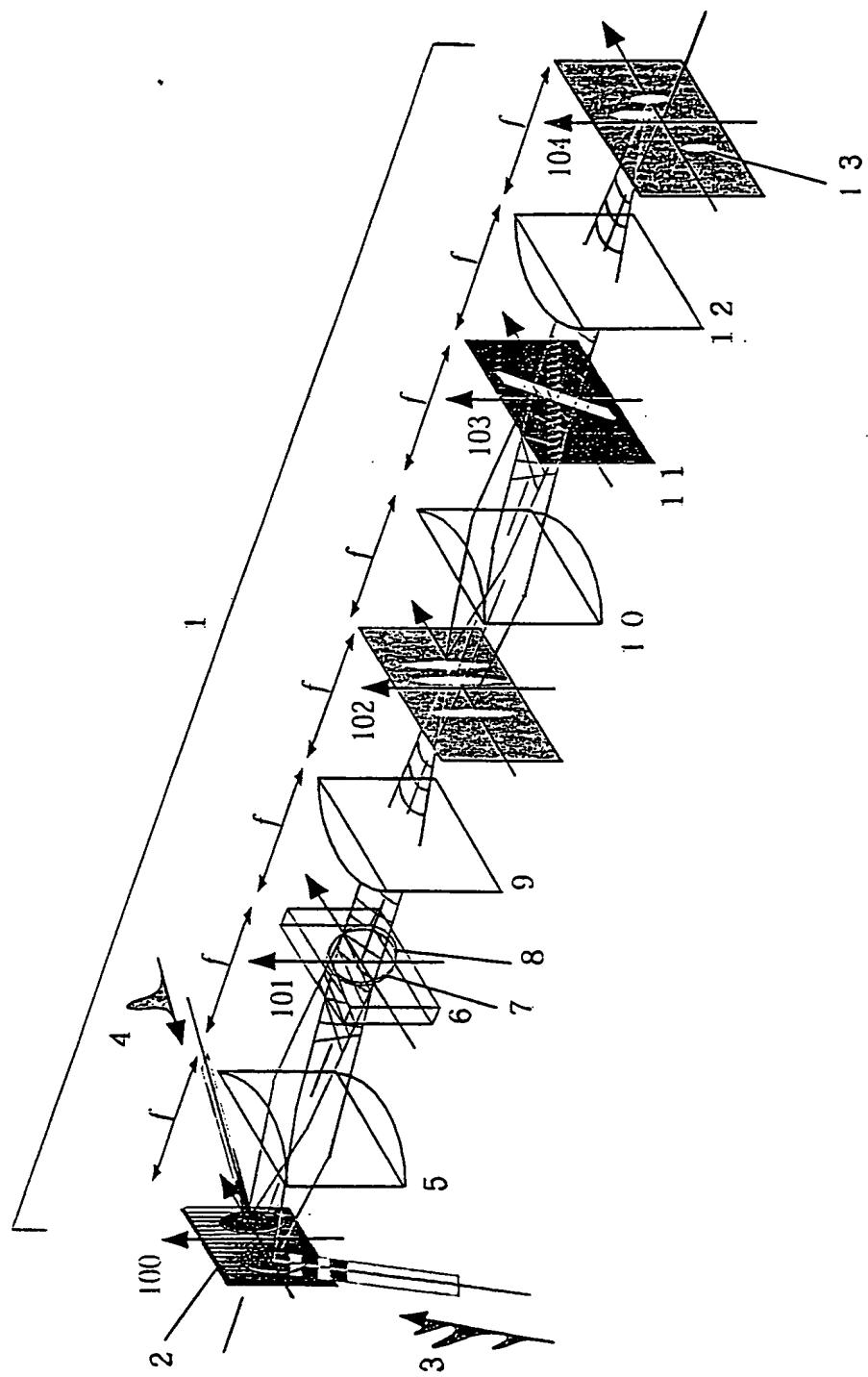
1 次元空間周波数分布に変換し、この1次元空間周波数分布を時間一周波数フィルタによってフィルタリングし、得られる光波を逆1次元フーリエ変換光学系に通して、時間一周波数展開された2次元光分布の強度分布を求め、この信号パルス光の時間と周波数の関係を表す時間一周波数展開された2次元光分布を2次元空間信号とみなすことを特徴とする時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法。

3. 時間一周波数フィルタに空間周波数フィルタリングを用いることを特徴とする請求項1または2の時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法。

4. 時間一周波数フィルタを透過率分布が異なるものとし、1次元フーリエ変換光学系から出力される光波の空間周波数成分を垂直方向にどのような位置に切り出すかを任意に設定することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかの時間信号の2次元空間信号への超高速変換方法。



図 1





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01816

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl' G02F 1/37

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl' G02F 1/35 G01J 11/00 G03H1/00-5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2000	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JICST  
USPTO Web Patent Database  
WPI

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	J.Opt.Soc.Am.A , Vol.14, No.5 (May 1997), P.C.Sun, Y.T.Mazurenko, Y.Fainman, "Femtosecond pulse imaging: ultrafast optical oscilloscope", p.1159-1170	1-4
Y	PROCEEDINGS OF SPIE, Vol.3137 (July 1997), Photorefractive Fiber and Crystal Devices : Materials, Optical Properties, and Applications, Yoshiki Ichioka, Tsuyoshi Konishi, "Temporal-spatial optical information processing", p.222-227	1-4
Y	Extended Abstracts, No.3 (March, 1998), 45 <sup>th</sup> Meeting of Ouyou Butsuri Gakkai Kankei Rengou, T. Konishi, Y. Oka, Y. Ichioka, "Jikuu kan Hikari Jouhou Shori: II-1 Jigen Jikan Shingou → 2 Jigen Kuukan Shingou Henkan", p.993, 30p-C-1	1-4
PX	Extended Abstracts, No.3, 46 <sup>th</sup> Meeting of Ouyou Butsuri Gakkai Kankei Rengou, (March, 1999), T. Konishi, Y. Oka, Y. Ichioka, "Jikuu Kan Hikari Jouhou Shori : VI-SHG Kesshou wo mochita 1 Jigen Jikan Shingou → 2 Jigen Kuukan Shingou Henkan", p.1073, 30p-V-1	1-3
PY		4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- \* Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
20 June, 2000 (20.06.00)

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/01816

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 11-46304, A (Japan Science and Technology Corp.), 16 February, 1999 (16.02.99), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-4
A	JP, 05-100256, A (Canon Inc.), 23 April, 1993 (23.04.93), Full text; Figs. 1 to 9 (Family: none)	1-4
A	JP, 05-72047, A (Res. Dev Corp. of Japan.), 23 March, 1993 (23.03.93), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-4
A	US, 5528389, A (AT&T Corp.), 18 June, 1996 (18.06.96) & JP, 08-227262, A & EP, 712063, A	1-4
A	Opt.Lett., Vol.19, No.9 (01 May, 1994), Martin C.Nuss, Melissa Li, T.H.Chiu, "Time-to space mapping of femtosecond pulses", p.664-666	1-4

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/01816

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G02F 1/37

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl' G02F 1/35 G01J 11/00 G03H1/00-5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2000年
日本国登録実用新案公報	1994-2000年
日本国実用新案登録公報	1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICST

USPTO Web Patent Database

WPI

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J. Opt. Soc. Am. A, Vol. 14, No. 5 (May 1997), P. C. Sun, Y. T. Mazurenko, Y. Fainman, "Femtosecond pulse imaging: ultrafast optical oscilloscope", p. 1159-1170	1-4
Y	PROCEEDINGS OF SPIE, Vol. 3137 (July 1997), Photorefractive Fiber and Crystal Devices : Materials, Optical Properties, and Applications III, Yoshiki Ichioka, Tsuyoshi Konishi, "Temporal-spatial optical information processing", p. 222-227	1-4

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 20.06.00	国際調査報告の発送日 11.07.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 宙子 印 2X 9316 電話番号 03-3581-1101 内線 3293

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/01816

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	第45回応用物理学会関係連合講演会 講演予稿集, No. 3 (1998年3月), 小西 肇, 尾下善紀, 一岡芳樹, "時空間光情報処理 II-1 次元時間信号→2次元空間信号変換-", p. 993, 30p-C-1	1-4
PX	第46回応用物理学会関係連合講演会 講演予稿集, No. 3 (1999年3月), 小西 肇, 尾下善紀, 一岡芳樹, "時空間光情報処理 VI-SHG結晶を用いた1次元時間信号→2次元空間信号変換-", p. 1073, 30p-V-1	1-3
PY		4
A	JP, 11-46304, A(科学技術振興事業団), 16. 2月. 1999(16. 02. 99) 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP, 05-100256, A(キャノン株式会社), 23. 4月. 1993(23. 04. 93) 全文, 第1-9図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP, 05-72047, A(新技術事業団), 23. 3月. 1993(23. 03. 93) 全文, 第1-7図 (ファミリーなし)	1-4
A	US, 5528389, A(AT&T Corp.) 18. 6月. 1996(18. 06. 96) & JP, 08-227262, A & EP, 712063, A	1-4
A	Opt. Lett., Vol. 19, No. 9 (1 May 1994), Martin C. Nuss, Melissa Li, T. H. Chiu, "Time-to space mapping of femtosecond pulses", p. 664-666	1-4